

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut

Rumput laut (*seaweed*) merupakan jenis alga yang bisa hidup di perairan laut dan merupakan tanaman tingkat rendah yang akar, batang, dan daun tidak dapat dibedakan. Rumput laut atau alga tergolong dalam divisi Thallophyta. Divisi Thallophyta terdapat empat kelas antara lain Rhodophyceae (alga merah), Phaeophyceae (alga coklat), Chlorophyceae (alga hijau) dan Cyanophyceae (alga biru hijau). Alga yang banyak hidup dan berkembang di air tawar adalah alga hijau biru dan alga hijau, sedangkan alga yang hanya ditemukan di laut sebagai habitatnya adalah alga merah dan alga coklat (Ghufran, 2010).

Rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah jenis rumput laut merah (Rhodophyceae) yang berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena menghasilkan karagenan dari fraksi kappa karagenan. *Eucheuma cottonii* mengandung karagenan jenis kappa karagenan yang relatif tinggi, yaitu sekitar 50 % dari berat kering (Rizal dkk., 2016). *Eucheuma cottonii* atau alga merah merupakan kelompok alga yang memiliki berbagai bentuk dan variasi warna. Salah satu indikasi dari alga merah adalah terjadi perubahan warna dari warna aslinya menjadi ungu atau merah apabila alga tersebut terkena panas atau sinar matahari secara langsung.

Ciri-ciri rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu memiliki thallus silindris, berwarna coklat kemerahan, percabangan thallus berujung runcing atau tumpul, percabangan bersifat *alternates* (berseling), tidak teratur serta dapat bersifat *dichotomus* (percabangan dua-dua) atau *trichotomus* (sistem percabangan tiga-tiga), ditumbuhi *nodulus* (tonjolan-tonjolan), *cartilagineus* (menyerupai tulang rawan atau muda). Sinar matahari diperlukan bagi rumput laut *Eucheuma cottonii*

untuk melakukan proses fotosintesis. Oleh karena itu, rumput laut jenis *Euchema cottonii* hanya dapat hidup pada lapisan fotik yaitu di kedalaman laut yang sinar matahari masih dapat mencapainya. Di alam, jenis ini biasanya hidup berkumpul dalam satu komunitas atau koloni. Rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rumput Laut *Euchema cottonii* (Anggadiredja dkk., 2008)

Rumput laut sebagai sumber gizi mengandung karbohidrat (gula atau *vegetable gum*), sedikit lemak, protein dan abu yang sebagian besarnya merupakan senyawa garam kalium dan natrium. Selain itu, rumput laut juga mengandung vitamin A, B1, B2, B6, B12, C, serta mineral lainnya seperti kalsium, fosfor, zat besi dan yodium (Anggadireja dkk., 2008). Beberapa komponen-komponen utama yang terdapat dalam makroalga laut adalah karbohidrat, protein, lemak, dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa-senyawa garam natrium dan kalium. Faktor yang mempengaruhi komposisi kimia rumput laut seperti spesies, tempat tumbuh, umur panen dan musim (Ahda dkk., 2005). Komposisi kimia *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Rumput Laut Merah

Komposisi	Nilai
Air (%)	13,90
Protein (%)	2,69
Lemak (%)	0,37
Serat Kasar (%)	0,95
Mineral Ca (ppm)	22,39
Mineral Fe (ppm)	0,12
Mineral Cu (ppm)	2,76
Tiamin (mg/100g)	0,14
Ribovlamin (mg/100g)	2,7
Vitamin C (mg/100g)	12,00
Abu (%)	17,09
Kadar Pb (ppm)	0,04

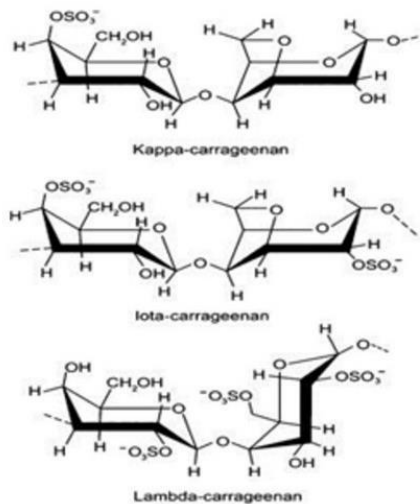
Sumber: Astawan dkk. (2004)

2.2 Karagenan

Karagenan adalah hidrokoloid yang merupakan senyawa polisakarida rantai panjang yang diekstraksi dari rumput laut karaginofit (penghasil karagenan), seperti *Eucheuma* sp., *Kappaphycus*, *Chondrus* sp., *Hypnea* sp., dan *Gigartina* sp. Karagenan merupakan polisakarida berantai linier atau lurus dan merupakan molekul galaktan dengan unit-unit utamanya berupa galaktosa (Ghufran, 2010). Polisakarida tersebut disusun dari sejumlah unit galaktosa dengan ikatan α (1,3) D-galaktosa dan β (1,4) 3,6 anhidrogalaktosa secara bergantian, baik mengandung ester sulfat atau tanpa sulfat (Anggadiredja, 2009).

Perbedaan jenis karagenan kappa, iota dan lamda ini adalah komposisi dari masing-masing jenis karagenan dan struktur kimiawinya. Perbedaan strukturnya terletak pada 3,6-anhidrogalaktosa dan gugus sulfat (Imeson, 2010). Kappa karagenan terdapat 3,6-anhidrogalaktosa dengan satu gugus ester sulfat, sedangkan iota karagenan terdapat 3,6-anhidrogalaktosa dengan dua gugus ester sulfat, dan lamda karagenan tidak memiliki gugus 3,6-anhidrogalaktosa tetapi memiliki tiga gugus ester sulfat (Venugopal, 2011). Kappa karagenan memiliki 22% ester sulfat

dan 33% 3,6-anhidrogallaktosa, iota karagenan memiliki 32% ester sulfat dan 26% 3,6-anhidrogallaktosa dan lamda karagenan memiliki 37% ester sulfat (Phillips dan Wiliams, 2009). Struktur karagenan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Karagenan

Karagenan mempunyai sifat pembentuk gel. Sifat dasar karagenan terdiri dari tiga tipe karagenan yaitu kappa, iota dan lambda karagenan. Jenis karagenan yang paling banyak digunakan dalam bidang pangan adalah kappa karagenan. *Eucheuma cottoni* dapat menghasilkan kappa karagenan. Kemampuan membentuk gel adalah sifat terpenting dari kappa karagenan. Kemampuan pembentukan gel pada kappa karagenan terjadi pada saat larutan panas yang dibiarkan menjadi dingin karena memiliki gugus sulfat yang paling sedikit dan mudah untuk membentuk gel (Doty, 1987 dalam Samsuari, 2006).

Menurut Widyaningtyas dan Susanto (2015) menyatakan karagenan memiliki fungsi yang sangat beragam salah satunya sebagai bahan untuk mengawetkan produk dan memiliki kemampuan untuk meningkatkan kekenyalan suatu produk pangan karena mampu berinteraksi dengan makromolekul sehingga dapat membentuk gel. Karagenan yang dapat membentuk gel dengan baik adalah

jenis karagenan kappa karena kappa paling baik diantara iota dan lambda (Fauziah dkk., 2015). Kappa karagenan berupa jeli bersifat kaku dan getas serta keras. Sedangkan lambda karagenan tidak dapat membentuk jeli, tetapi berbentuk cair yang viscous. *E. cottonii* dan *E. spinosum* merupakan rumput laut yang secara luas diperdagangkan, baik untuk keperluan bahan baku industri di dalam negeri maupun untuk ekspor (Anggadiredja, 2011).

Karagenan dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi, industri makanan dan industri non pangan. Karagenan sangat penting peranannya dalam industri pangan yang digunakan sebagai penstabil, bahan pengentalan, pembentuk gel, pengemulsi dan memperbaiki tekstur. Penggunaan karagenan pada bidang non pangan yaitu digunakan pada keramik, cat dan industri pakan ternak. Karagenan dalam industri juga sering dijadikan sebagai bahan campur pada kosmetik, dan obat-obatan. Karagenan pada bidang farmasi dimanfaatkan sebagai *stabilizer* dan pengemulsi pada vitamin, penstabil, binder pada produk pasta gigi, pada bidang bioteknologi karagenan dimanfaatkan untuk immobilisasi biokatalis (Prasetyowati dkk., 2008). Standar mutu karagenan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Mutu Karagenan

Spesifikasi	FCC	ECC	FAO
Kadar air (%)	Maks. 12	Maks. 12	Maks. 12
Kadar sulfat (%)	18 – 24	15 – 40	15 – 40
Abu (%)	Maks. 35	15 – 40	15 – 40
Viscositas (cps)	Min. 5	-	Min. 5
Kekuatan gel (g/cm ²)	-	-	500
Kadar abu tidak larut air	-	Maks. 12	-

Sumber: Ulfah (2009)

2.3 Ekstraksi Karagenan

Proses produksi karagenan pada dasarnya terdiri atas proses penyiapan bahan baku, ekstraksi karagenan menggunakan bahan pengekstrak, pemurnian

dengan cara pengendapan menggunakan alkohol atau KCl, pengeringan dan penepungan. Penyiapan bahan baku yang dilakukan antara lain proses pencucian rumput laut agar pasir, garam mineral dan benda asing lainnya yang masih melekat pada rumput laut dapat hilang (Anggadiredja, 2009). Ekstraksi adalah metode pemisahan suatu komponen solute (cair) dari campurannya menggunakan sejumlah massa solven (pelarut) sebagai tenaga pemisah. Proses ekstraksi terdiri dari tiga langkah besar, yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang, dan proses pemisahan fasa setimbang (Aprilia, 2006). Peningkatan konsentrasi alkali akan menghasilkan peningkatan rendemen pula. Penambahan larutan alkali (NaOH) menyebabkan kemampuan mengekstrak semakin tinggi. Hal ini dapat membantu ekstraksi polisakarida menjadi sempurna dan mempercepat terbentuknya 3,6-anhidro galaktosa selama proses ekstraksi berlangsung, sehingga rendemen meningkatkan (Nasruddin dkk., 2016).

Pemisahan karagenan dari bahan pengestrak dilakukan dengan cara penyaringan dan pengendapan setelah proses ekstraksi. Penyaringan estrak karagenan umumnya masih menggunakan penyaringan konvensional yaitu dengan menggunakan kain saring. Pengendapan karagenan dapat dilakukan dengan metode *gel press* atau penngendapan dengan alkohol (Basir, 2014). Pada umumnya ekstraksi rumput laut menjadi karagenan dapat dilakukan dengan menimbang rumput laut (*Eucheuma cottonii*) kering sebesar 5–10 gram. Kemudian rumput laut dilakukan perendaman ke dalam air suling dengan rasio rumput laut :air yaitu 1:40 (g/mL) selama 15 menit. Setelah itu, rumput laut disaring dengan menggunakan kain saring dan dimasukkan ke dalam gelas piala. Selanjutnya diekstraksi pada suhu 80OC–95OC menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi tertentu selama 2

jam dengan perbandingan pelarut dan bahan baku 1:40 gram/mL. Hasilnya disaring dan filtratnya ditambahkan HCl hingga pH-nya netral (pH 7). Filtrat yang pH-nya sudah netral ditambahkan pengendap (KCl atau etanol) dengan perbandingan tertentu dan diaduk-aduk kemudian didiamkan selama 15 menit. Endapan yang didapatkan kemudian disaring dan dikeringkan dengan suhu 600C selama 24 jam. Setelah itu, hasil yang diperoleh ditimbang (Yasita dan Rachmawati, 2009).

Mekanisme Pembentukan Karagenan yaitu dengan penambahan alkali akan meningkatkan kekuatan gel, reaksi yang terjadi pada ekstraksi dengan alkali ini sebagai berikut :

1. Transformasi gugus sulfat yang terikat dalam gugus galaktosa oleh ion Na^+ atau K^+ dengan membentuk garam Na_2SO_4 atau K_2SO_4 di larutan.
2. Dehidrasi membentuk polimer anhidrogalaktosa, dimana ion H^+ dari larutan alkali bereaksi dengan ikatan bergugus H membentuk kappa karagenan dan air.

2.3.1 Sifat Fisik Karagenan

Beberapa indikator mutu karagenan berdasarkan sifat fisik yang dianalisis adalah rendemen, viskositas dan kekuatan gel.

1. Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam menilai efektif tidaknya proses pembuatan tepung karagenan. Efektif dan efsiensinya proses ekstraksi bahan baku untuk pembuatan tepung karagenan dapat dilihat dari rendemen yang dihasilkan. Rendemen karagenan sebagai hasil ekstraksi dihitung berdasarkan rasio antara berat karagenan yang dihasilkan dengan berat rumput laut kering yang digunakan. Adapun rumus yang

digunakan dalam perhitungan nilai rendemen rumput laut adalah (Samsuari, 2006):

$$\text{Rendemen (\%)} = \text{Berat karagenan kering} / \text{Berat rumput laut kering} \times 100\%$$

2. Viskositas

Viskositas adalah daya aliran molekul dalam sistem larutan dan merupakan faktor kualitas yang penting untuk zat cair dan semi cair (kental) atau produk murni, dimana hal ini merupakan ukuran dan kontrol untuk mengetahui kualitas dari produk akhir. Tujuan dari pengujian viskositas adalah untuk mengetahui tingkat kekentalan karagenan hasil ekstraksi (Wulandari, 2011).

Viskositas suatu hidrokoloid dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi karagenan, temperatur, jenis karagenan, berat molekul dan adanya molekul-molekul lain. Jika konsentrasi karagenan meningkat, maka viskositasnya akan meningkat. Viskositas akan menurun secara progresif dengan adanya peningkatan suhu, pada konsentrasi 1,5% dan suhu 75°C nilai viskositas karagenan berkisar antara 5-800 cps.

Viskositas larutan karagenan disebabkan oleh sifat karagenan sebagai polielektrolit. Gaya tolakan antara muatan-muatan negative di sepanjang rantai polimer yaitu ester sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang. Karena sifat hidrofiliknya, polimer tersebut dikelilingi oleh molekul molekul air yang terimobilisasi, sehingga menyebabkan larutan karagenan bersifat kental. Semakin kecil kandungan sulfat, maka nilai viskositasnya juga semakin kecil, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Adanya garam-garam yang terlarut dalam karagenan akan menurunkan muatan bersih

sepanjang rantai polimer. Penurunan muatan ini menyebabkan penurunan gaya tolakan (repulsion) antar gugus-gugus sulfat, sehingga sifat hidrofilik polimer semakin lemah dan menyebabkan viskositas larutan menurun. Viskositas larutan karagenan akan menurun seiring dengan peningkatan suhu sehingga terjadi depolimerisasi yang kemudian dilanjutkan dengan degradasi karagenan (Raharjo, 2009).

Pengukuran viskositas, biasanya dalam bentuk cairan yaitu dengan menggunakan alat Viskometer Brookfield. Skala harus selalu menunjuk angka 0 terlebih dahulu setiap pemindahan kecepatan yang akan digunakan. Spindel harus berada dalam cairan pada batas tertentu yaitu hingga pertengahan batas spindel agar ukuran viskositasnya bias sesuai. Setelah dipastikan jarum skala berada di angka 0 dan spindel telah tercelup sempurna, nyalakan viskometer dengan menggerakan tombol on dan tunggu hingga penunjuk skala stabil kemudian dibaca skalanya (Raharjo, 2009)

3. Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan sifat fisik karagenan yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karagenan dalam pembentukan gel dan sangat penting untuk menentukan perlakuan yang terbaik dalam proses ekstraksi tepung karagenan. Salah satu sifat penting tepung karagenan adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat reversible. Kemampuan inilah yang menyebabkan tepung karagenan sangat luas penggunaannya, baik dalam bidang pangan maupun farmasi (Sharma dkk., 2002).

Pengukuran kekuatan gel dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu menggunakan Manual Texture Analyzer dan cara lain yang dapat digunakan

yaitu dengan menggunakan Texture Analyzer, dimana alat ini menggunakan system komputerisasi sehingga data kekuatan gel yang didapatkan cukup akurat (Farida, 2007). Texture analyzer XT Plus adalah mesin screw tunggal yang digunakan untuk mengukur tekstur makanan yang dikembangkan sampai 5000 N. Alat ini memiliki kecepatan sampai 2400 mm/menit, hasil uji Texture Analyzer diperoleh berupa grafik. Maka akan didapatkan produk dengan tekstur yang seragam sesuai dengan yang dikehendaki (Sharma dkk., 2002).

2.3.2 Sifat Kimia Karagenan

Beberapa parameter kimia karagenan yang dianalisis adalah kadar air dan kadar abu.

1. Kadar Air

Pengujian kadar air digunakan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air dalam karagenan karena kadar air sangat berpengaruh terhadap daya simpan. Kadar air sangat mempengaruhi aktivitas mikroba selama penyimpanan karagenan. Kadar air juga sangat dipengaruhi oleh kondisi pengeringan, pengemasan dan cara penyimpanan. Kandungan air karagenan yang terukur merupakan air terikat (ikatan kimia) sedangkan air bebas diduga telah menguap (Wenno dkk., 2012).

2. Kadar Abu

Abu adalah zat organik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu adalah bagian dari analisis proksimat untuk menganalisa total mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan pangan berupa garam, yaitu garam organik dan garam anorganik (Sudarmadji dkk., 2007). Penentuan kadar abu merupakan cara pendugaan kandungan mineral secara kasar. Bobot abu yang diperoleh sebagai perbedaan bobot cawan berisi

abu dan cawan kosong. Di dalam abu tersebut terdapat garam atau oksida dari K, P, Na, Mg, Ca, Fe, Mn dan Cu. Selain itu juga terdapat dalam bentuk lain dalam kadar yang sangat kecil, yaitu Al, Ba, Sr, Pb dan lain-lain. Penentuan kadar abu dapat dilakukan pada suhu tinggi yaitu 500-600°C. Waktu pengabuan pada suatu bahan biasanya berkisar 2-8 jam. Analisa kadar abu dilakukan di dalam tanur. Pengabuan dianggap selesai apabila diperoleh sisa pembakaran yang umumnya berwarna putih abu-abu dan beratnya konstan dalam selang waktu 30 menit. Penimbangan terhadap bahan dilakukan dalam keadaan dingin, dengan cara pengambilan cawan porselen dari dalam tanur dan dimasukkan ke dalam oven suhu 105°C. Selanjutnya, cawan dimasukkan ke dalam desikator sampai dingin dan hasil pengabuannya di timbang sampai berat konstan (Widodo, 2010).

2.3.3 Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Proses produksi karagenan pada dasarnya terdiri atas proses penyiapan bahan baku, ekstraksi karagenan menggunakan bahan pengeksrak, pemurnian dengan cara pengendapan menggunakan alkohol atau KCl, pengeringan dan penepungan. Penyiapan bahan baku meliputi proses pencucian rumput laut untuk menghilangkan pasir, garam mineral, dan benda asing yang masih melekat pada rumput laut (Anggadiredja, 2009). Ekstraksi adalah metode pemisahan suatu komponen solute (cair) dari campurannya menggunakan sejumlah massa solven (pelarut) sebagai tenaga pemisah. Proses ekstraksi terdiri dari tiga langkah besar yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang, dan proses pemisahan fasa setimbang (Aprilia, 2006).

Pelarut merupakan faktor terpenting dalam proses ekstraksi, sehingga pemilihan pelarut perlu diperhatikan. Pelarut harus saling melarutkan terhadap salah satu komponen murninya, sehingga diperoleh dua fase rafinat. Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan cairan cukup besar, bersifat inert (tidak mudah bereaksi), perbedaan densiti cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah, dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan cairan, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi (Aprilia, 2006).

Pada umumnya ekstraksi rumput laut menjadi karagenan dapat dilakukan dengan menimbang rumput laut (*Eucheuma cottonii*) kering sebesar 5–10 gram. Rumput laut (*Eucheuma cottonii*) direndam rumput laut ke dalam air suling dengan perbandingan 1:40 gram/mL selama 15 menit. Rumput laut (*Eucheuma cottonii*) disaring menggunakan kain saring, kemudian dimasukkan dalam gelas piala. Selanjutnya diekstraksi pada suhu 80°C–95°C menggunakan larutan NaOH yang berfungsi membantu ekstraksi karagenan menjadi lebih sempurna dengan konsentrasi tertentu selama 2 jam dengan perbandingan pelarut dan bahan baku 1:40 gram/mL. Hasilnya disaring dan filtratnya ditambahkan HCl hingga pH-nya netral (pH 7). Filtrat yang pH-nya sudah netral ditambahkan pengendap (KCl atau etanol) yang berfungsi memisahkan filtrat karagenan dengan pelarut pengestrak yang digunakan dengan perbandingan tertentu dan diaduk-aduk kemudian

didiamkan selama 15 menit. Endapan disaring kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam, lalu hasilnya ditimbang (Yasita dan Rachmawati, 2009).

2.4 Nira Siwalan

Nira adalah cairan yang memiliki rasa manis yang diperoleh dari jenis tanaman tertentu. Proses pengambilan nira bisa dilakukan dengan cara digiling, diperas atau disadap. Nira umumnya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan gula atau pemanis. Selain itu nira juga dapat digunakan untuk membuat asam cuka, minuman beralkohol, minuman tidak beralkohol dan obat tradisional. Komponen utama yang terdapat dalam nira selain air adalah karbohidrat dalam bentuk sukrosa. Sedangkan komponen lainnya adalah jumlah yang relatif kecil yaitu protein, lemak, vitamin, dan mineral. Susunan komponen tersebut memungkinkan nira dapat direkayasa lebih lanjut untuk menjadi berbagai produk baru seperti aneka pemanis, minuman ringan (tuak, anggur dan nata), asam cuka, alkohol dan juga sebagai media tumbuh yang baik bagi mikroorganisme terutama bakteri dan khamir (Ayu, 2010).

Nira siwalan adalah cairan yang diperoleh dari penyadapan mayang bunga jantan pohon siwalan (Cahyaningsih, 2006). Cairan ini kemudian dikonsumsi oleh masyarakat dalam bentuk minuman yang disebut legen. Minuman legen dapat juga dibuat dari kelapa dan aren. Cara pengambilan nira siwalan adalah dengan memotong sedikit demi sedikit sulur bunga siwalan untuk disadap getahnya kemudian ditampung pada sebuah tabung yang biasanya terbuat dari potongan batang bambu satu ruas. Lama penyadapan ini biasanya semalam, pada sore hari tabung bambu yang disebut bumbung, diletakkan sebagai penampung, maka pada

pagi harinya sudah memuat penuh satu tabung. Satu manggar bunga biasanya menghasilkan sekitar tiga hingga enam tabung nira siwalan.

Komposisi nira dari suatu jenis tanaman dipengaruhi beberapa faktor yaitu antara lain varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, pemupukan, dan pengairan. Komposisi zat gizi nira siwalan segar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Nira Siwalan

Komponen	Jumlah
Total gula (g/100 cc)	10,93
Gula reduksi (g/100 cc)	0,96
Protein (g/100 cc)	0,35
Nitrogen (g/100 cc)	0,056
pH (g/100 cc)	6,7-6,9
Specific gravity	1,07
Mineral sebagai abu (g/100 cc)	0,54
Kalsium (g/100 cc)	Sedikit
Fosfor (g/100 cc)	0,14
Besi (g/100 cc)	0,4
Vitamin C (g/100 cc)	13,25
Vitamin B1 (IU)	3,9
Vitamin B kompleks	Diabaikan

Sumber: Davis and Johnson (1987)

Kerusakan nira ditandai oleh penurunan pH disebabkan adanya perombakan gula menjadi asam organik oleh mikroba seperti khamir (*Saccharomyces sp.*) serta bakteri *Acetobacter sp.* Nira sangat mudah terkontaminasi karena mengandung nutrisi yang lengkap seperti gula, protein, lemak dan mineral yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba. Pertumbuhan khamir optimal pada pH 4,0-4,5 dan khamir tumbuh dengan baik pada suasana aerob, namun untuk khamir fermentatif dapat tumbuh pada suasana anaerob. Proses peragian pada nira siwalan yang pertama adalah fermentasi gula yang terkandung dalam nira menjadi alkohol oleh mikroorganisme yang merupakan suatu cemaran pada minuman ini, selain

pembentukan alkohol juga terjadi proses oksidasi alkohol tersebut menjadi asam asetat dimana kedua proses ini terjadi bersamaan (Fardiaz, 1992).

Nira mudah mengalami fermentasi karena mengandung mikroba yang sangat aktif. Nira yang terlambat dimasak warnanya berubah menjadi keruh dan kekuning-kuningan, rasanya masam, dan baunya menyengat. Hal ini disebabkan terjadinya perubahan dari sukrosa sampai dengan alkohol terlibat kegiatan khamir, selanjutnya dari alkohol ke asam asetat terlibat kegiatan bakteri dan hasilnya berupa cuka berasa masam.

Pada fermentasi alkohol dan CO_2 dimana berlangsung secara anaerob. Setelah alkohol dihasilkan pada kegiatan tersebut kemudian fermentasi asam asetat segera terjadi. Bakteri asam asetat mengubah alkohol menjadi asam asetat secara aerob. Hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO_2 dan energi (ATP). Beberapa mikroba hanya dapat melangsungkan metabolisme dalam keadaan anaerob dan hasilnya adalah substrat yang setengah terurai. Hasil penguraiannya adalah air, CO_2 , energi dan sejumlah asam organik lainnya, seperti asam laktat, asam asetat, etanol serta bahan-bahan organik yang mudah menguap. Perkembangan mikroba-mikroba dalam keadaan anaerob biasanya dicirikan sebagai proses fermentasi (Ramadanti, 2012).

2.5 Air Kelapa

Air kelapa mengandung sejumlah zat gizi, yaitu protein 0,2 %, lemak 0,15%, karbohidrat 7,27 %, gula, vitamin, elektrolit dan hormon pertumbuhan. Kandungan gula

maksimum 3 gram per 100 ml air kelapa. Jenis gula yang terkandung adalah sukrosa, glukosa, fruktosa dan sorbitol. Gula-gula inilah yang menyebabkan air kelapa muda lebih manis dari air kelapa yang lebih tua. (Warisno, 2004).

Air kelapa cenderung bersifat asam dengan derajat keasaman (pH) 4,5 – 5,5. Sifat asam air kelapa dapat bermanfaat untuk memecah dinding sel dari rumput laut sehingga memudahkan ekstraksi untuk memperoleh karagenan. Menurut Sinson (1997), perubahan komposisi air kelapa selama proses pematangan buah dapat dibagi atas tiga tingkatan. Pertama, terjadi akumulasi gula reduksi, fruktosa, glukosa dan asam amino, daging buah belum terbentuk. Kedua, terjadi pengurangan air kelapa, tetapi terjadi peningkatan berat total, daging buah mulai terbentuk. Ketiga, terjadi peningkatan kandungan minyak daging buah dan gravitasi spesifikasi menurun. Komposisi air kelapa muda berbeda dengan air kelapa tua, kandungan mineral atau abu pada air kelapa tua lebih tinggi dibandingkan air kelapa muda. Komposisi air kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Komposisi Air Kelapa Muda dan Tua

Komponen	Kelapa muda (%)	Kelapa tua (%)
Air	95,01	91,23
Lemak	0,12	0,15
Abu/mineral	0,63	1,06
Protein	0,13	0,29
Karbohidrat	4,11	7,27

Sumber : Woodroof (1979)

Kandungan mineral kalium pada air kelapa sangat tinggi yaitu 203,70 mg/100 g pada air kelapa muda dan 257,23mg/ml pada air kelapa tua (Santoso,2003).Mineral utama dalam air kelapa adalah kalium. Kandungan mineral dalam air kelapa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Mineral Air Kelapa

Komponen	Jumlah
Air (%)	95,5
Nitrogen (%)	0,05
Asam fosfat (%)	0,56
Kalium (%)	6,60
Magnesium oksida (%)	0,59
Padatan (mg/mL)	4,71
Gula pereduksi (mg/mL)	0,80
Total gula (mg/mL)	2,08
Abu (mg/mL)	0,62

. Sumber : Woodroof (1979)

Dalam ekstraksi agar menggunakan air kelapa, penggunaan konsentrasi 200% sudah bisa menggantikan peranan KOH dari segi keefektifan dan juga lebih ekonomis. Sedangkan dari kekuatan gel, peranan KOH bisa digantikan oleh konsentrasi air kelapa 250-300% (Rahmat, 2002).

